



(19)

(11) Publication number:

02

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **01120179**(51) Intl. Cl.: **G01B 11/00**(22) Application date: **11.05.89**

<p>(30) Priority:</p> <p>(43) Date of application publication: 07.12.90</p> <p>(84) Designated contracting states:</p>	<p>(71) Applicant: KEYENCE CORP</p> <p>(72) Inventor: AKISHIBA YUUI HIRAI MAKOTO</p> <p>(74) Representative:</p>
---	--

**(54) METHOD AND DEVICE
FOR MEASURING
DISPLACEMENT OF
OBJECT**

(57) Abstract:

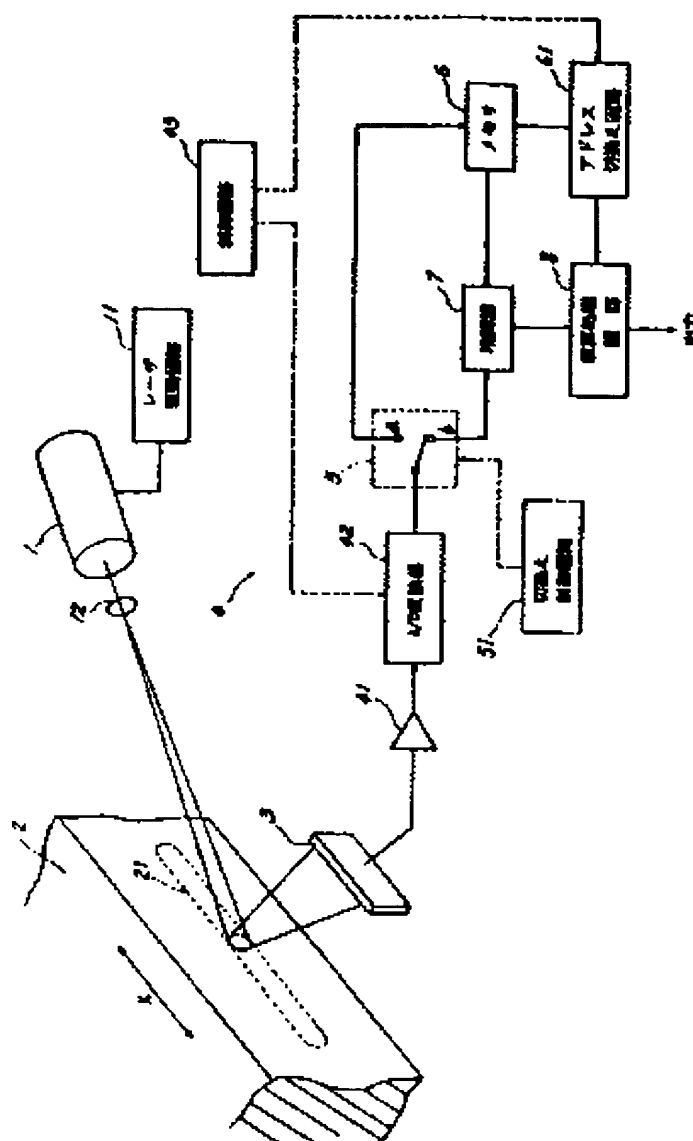
PURPOSE: To execute the measurement with high accuracy even if the displacement quantity is large by collating successively a measured image signal obtained at the time of measurement and plural scanning image signals stored in a memory and outputting a signal for showing a mutual correlation function.

CONSTITUTION: The surface of a moving object 2 is irradiated by a laser beam, and a one-dimensional image sensor (that which is formed by arranging a CCD along the moving direction X of the object 2) 3 is placed so as to be opposed to the irradiated surface 21. As a result, the observation surface of a speckle pattern is formed. An image signal brought to photoelectric conversion

Best Available Copy

by the sensor 3 is brought to A/D conversion 42, and stored successively to a memory 6. A correlator 7 calculates immediately a mutual correlation function of a digital signal for showing a speckle pattern of one scanning point read out of the memory 6, and a digital signal for showing a speckle pattern in one measuring point sent from the A/D converter 42. A result of this calculation is sent to an arithmetic processing circuit 8, and the circuit 8 outputs a signal corresponding to a moving amount of the object 2, based on address data sent from an address switching circuit 61.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio



⑫ 公開特許公報(A) 平2-297006

⑬ Int. Cl.³

G 01 B 11/00

識別記号

庁内整理番号

H

7625-2F

⑭ 公開 平成2年(1990)12月7日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全7頁)

⑮ 発明の名称 物体の変位測定方法及び装置

⑯ 特 願 平1-120179

⑰ 出 願 平1(1989)5月11日

⑱ 発 明 者 秋 柴 雄 二 大阪府高槻市明田町2番13号 株式会社キーエンス内
⑲ 発 明 者 平 井 誠 大阪府高槻市明田町2番13号 株式会社キーエンス内
⑳ 出 願 人 株式会社キーエンス 大阪府高槻市明田町2番13号
㉑ 代 理 人 弁理士 丸山 敏之 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

物体の変位測定方法及び装置

2. 特許請求の範囲

① 測定の対象となる物体(2)の表面をレーザビームにて物体移動方向に走査し、該物体(2)のレーザ照射面(21)に対向した観測面に現れるスペckルパターンをイメージ信号に変換し、前記走査に伴って変化するイメージ信号を、前記レーザ照射面(21)上のレーザビームの照射位置と対応づけてメモリ(6)の複数の格納部に順次格納した後、物体(2)の変位測定時に、前記観測面に現れるスペckルパターンのイメージ信号と、前記メモリ(6)の各格納部に格納されている複数のイメージ信号との相互相関関数を算出し、最大の相関ピーク値が得られるイメージ信号のメモリ(6)内の格納位置に基づいて、物体(2)の変位を検知することを特徴とする物体の変位測定方法。

② 測定対象物体(2)の表面をレーザビームにて

走査する過程で、観測面に現れる1時点のスペckルパターンをメモリ(6)に格納した後、該スペckルパターンと、その後の走査に伴って変化するスペckルパターンとの相互相関関数を繰り返し算出し、相関ピーク値が所定値を下回った時点で、レーザビームが照射している位置のスペckルパターンをメモリ(6)内の次の格納位置に格納する動作を繰り返して、メモリ(6)内に順次スペckルパターンを記憶する特許請求の範囲第1項に記載の変位測定方法。

③ 移動物体(2)の変位測定時に、最大の相関ピーク値が得られるイメージ信号のメモリ(6)内の格納位置に基づいて、移動物体(2)の移動量を一定の誤差範囲内で検知し、更に前記イメージ信号と観測面に現れるスペckルパターンのイメージ信号との相互相関関数のピーク位置を検知し、前記両検知に基づいて、移動物体(2)の変位量を高精度で算出する特許請求の範囲第1項に記載の変位測定方法。

④ 移動物体(2)の変位測定時に、最大の相関ピ

ーク値が所定値を上回った時点で、該相関ピーク値算出の基礎となったイメージ信号のメモリ(6)内の格納位置に応じた出力信号を発生し、該出力信号は、物体(2)の自動位置決めを行なうための制御信号として利用する特許請求の範囲第1項に記載の変位測定方法。

- ⑤ 測定対象となる物体の表面に向けてレーザビームを照射するレーザ発生源と、物体表面からの拡散反射光を受光し得る位置に配置され該拡散反射光のスペックルパターンを検出するイメージセンサー(3)と、該イメージセンサー(3)から得られるイメージ信号を、スペックルパターンの相関性が維持されるピッチで、物体のレーザビーム照射位置と対応づけて格納する複数の格納部を有するメモリ(6)と、物体変位測定時に得られる実測イメージ信号と前記メモリ(6)に格納されている複数の走査イメージ信号とを次々と照合して相互相関関数を表わす信号を出力する相関器(7)と、イメージセンサー(3)を選択的に相関器(7)又はメモリ(6)へ接続する

て、スペックルパターンの移動量が、前記相互相関関数のピーク値の位置として得られる。

(解決しようとする課題)

ところが、従来の方法に於いては、変形前後の2つのスペックルパターンの相互相関にのみ基づいて測定が行なわれるから、測定精度の保証される変形範囲が、両スペックルパターンにある程度の相関性が維持される範囲内に限定される。

従って、従来の変形測定方法を応用して、移動物体の変位量を測定する場合、変位量がレーザビームの直径よりも大きくなると、移動前後の2つのスペックルパターンの間には全く相関がなくなり、測定が不可能となる。又、変位量がビーム径よりも小さい場合に於いても、変位量が大きくなるにつれて、測定精度が低下する問題が生じる。

本発明の目的は、変位量の大小に拘わらず、精度の高い測定が可能な移動物体の変位測定方法及び装置を提供することである。

(課題を解決する為の手段)

本発明に係る移動物体の変位測定方法は、実際

切換えスイッチ(5)と、相関器(7)の出力信号に演算処理を施して物体の変位に応じた信号を出力する演算処理回路(8)とから構成される物体の変位測定装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、レーザ光を照射した対象物体粗面からの拡散光によって生じるスペックルパターンを利用して、移動物体の変位量や所定の変位発生時点を測定する方法、及びその装置に関するものである。

(従来の技術)

従来、スペックルパターンを応用して物体の微小な変形量を測定する方法が提案されている(特公昭59-52963号、J. Phys. E: Sci. Instrum. 19, 1986)。

該測定方法は、測定物体の表面にレーザビームを照射して、拡散反射光の中にイメージセンサを配置し、該センサ出力に基づいて、物体変形前後の出力信号の相互相関関数を算出するものであ

る。測定前にレーザビームを移動物体に照射する走査ステップと、その後、実際の測定時にレーザビームを移動物体に照射する実測ステップの2つのステップから構成される。

走査ステップに於いては、移動物体(2)の表面にレーザビームを照射して、該移動物体(2)に対向した観測面にスペックルパターンを形成し、該スペックルパターンをイメージ信号に変換し、移動物体(2)の変位に伴って変化するイメージ信号を、移動物体(2)の変位量と対応づけて、メモリ(6)の複数の格納部に順次格納する。

実測ステップに於いては、観測面に現れるスペックルパターンのイメージ信号と、メモリ(6)の各格納部に格納されている複数のイメージ信号との相互相関関数を順次算出し、最も大きな相関ピーク値が得られるイメージ信号のメモリ(6)内の格納位置に基づいて、移動物体(2)の変位を測定する。

又、本発明に係る物体の変位測定装置は、測定対象となる物体の表面に向けてレーザビームを照

射するレーザ発生源と、物体表面からの拡散反射光を受光し得る位置に配置され該拡散反射光のスペックルパターンを検出するイメージセンサー(3)と、該イメージセンサー(3)から得られるイメージ信号を、スペックルパターンの相関性が維持されるピッチで、物体のレーザビーム照射位置と対応づけて格納する複数の格納部を有するメモリ(6)と、物体変位測定時に得られる実測イメージ信号と前記メモリ(6)に格納されている複数の走査イメージ信号とを次々と照合して相互相関関数を表わす信号を出力する相関器(7)と、イメージセンサー(3)を選択的に相関器(7)又はメモリ(6)へ接続する切換えスイッチ(5)と、相関器(7)の出力信号に演算処理を施して物体の変位に応じた信号を出力する演算処理回路(8)とから構成される。

(作 用)

本発明に係る測定方法に於いて、変位測定時には、物体(2)の移動につれて観測面に現れるスペックルパターンが変化し、変化中の一時点におけるスペックルパターンのイメージ信号と、メモリ

その後、変位測定時には、スイッチ(5)を相関器(7)側に切換えた状態で、対象物体の表面にレーザビームを照射すると、相関器(7)による相互相関関数の算出、演算処理回路(8)による物体変位に応じた信号の作成が行なわれ、本発明の測定方法における実測ステップが実行される。

(発明の効果)

本発明に係る移動物体の変位測定方法及び装置によれば、物体の移動量がビームスポット径を超える場合に於いても、前記走査ステップにおけるレーザビームの走査範囲に応じて測定範囲を拡大することが出来、この場合、メモリにイメージ信号として格納すべきスペックルパターンの間隔を可及的に小さくすることにより、測定精度を上げることが可能である。

(実施例)

以下、図面に沿って本発明の実施例について説明する。

尚、実施例は本発明を説明するためのものであって、特許請求の範囲に記載の発明を限定し、或

(6)内に既に格納されている複数のスペックルパターンのイメージ信号との間の相互相関関数が順次、算出される。

この際、相互相関関数の算出の対象となったイメージ信号の格納位置に対応する物体の変位量と、測定時点における物体の実際の変位量との間に大きな差がある場合は、相互相関関数のピーク値は小さく、前記差が小さい場合には、相互相関関数のピーク値は大きくなる。

従って、最も大きな相関ピーク値が得られた場合のイメージ信号の格納位置に対応する物体変位量が、測定時点における物体の実際の変位量を表わすことになる。

又、本発明に係る測定装置を用いて上記測定方法を実施する場合は、先ずスイッチ(5)をメモリ(6)側に切り換えた状態で、対象物体の表面をレーザビームにて走査すると、これに伴って変化するスペックルパターンの走査イメージ信号が順次メモリ(6)に格納され、本発明の測定方法における走査ステップが実行される。

は範囲を減縮する様に解すべきではない。

第1図は、本発明の測定方法を用いて移動物体(2)の平行移動量を測定するための装置構成を示している。

移動物体(2)に対向して、レーザ駆動回路(11)によって駆動される半導体レーザ(1)が配備されている。該半導体レーザ(1)から出射されたレーザ光はビーム拡大レンズ(12)を経て、移動物体(2)の表面に所定のビーム径(例えば1mm)のレーザビームとなって照射される。

又、移動物体(2)のレーザ照射面(21)に対向して、拡散反射光を受け得る位置に一次元イメージセンサ(3)が配置される。該イメージセンサ(3)は、例えば1024個のCCD(電荷結合素子)を移動物体(2)の移動方向Xに沿ってピッチ14μmで一次元に配列したものであって、これによってスペックルパターンの観測面が形成される。

尚、一次元イメージセンサ(3)としては、フォトダイオードを配列したものも使用可能である。

一次元イメージセンサ(3)にて光電変換された

イメージ信号は、測定回路(4)に装備した増幅器(41)を経てA/D変換器(42)へ送られ、8ビットのデジタル信号に変換される。

前記デジタル信号は、切換えスイッチ(5)の入力端へ接続され、該スイッチの一方の出力端aはメモリ(6)のデータ入力ポートへ接続される。又、メモリ(6)のデータ出力ポート及び前記切換えスイッチ(5)の他方の出力端は、相関器(7)へ接続される。

前記メモリ(6)は、A/D変換器(42)から送られてくる移動物体(2)の一走査点におけるデジタル信号を格納すべき1024バイトの格納部を、第1番地から第N番地($N=600$)まで具えている。該メモリ(6)への信号の書き込み及び信号の読出しは、アドレス切換え回路(61)によって後述の如く制御される。

又、前記相関器(7)は、メモリ(6)から読み出された一走査点のスペックルパターンを表わすデジタル信号と、A/D変換器(42)から切換えスイッチ(5)を経て送られてくる一測定点におけるス

ペックルパターンを表わすデジタル信号との相互相関関数をリアルタイムで計算するものである。

ペックルパターンを表わすデジタル信号との相互相関関数をリアルタイムで計算するものである。

前記A/D変換器(42)及びアドレス切換え回路(61)の動作タイミングは制御回路(43)によって後述の如く制御される。

相関器(7)から得られる相互相関関数の計算結果はマイクロコンピュータ等からなる演算処理回路(8)へ送られる。該演算処理回路(8)は、前記計算結果とアドレス切換え回路(61)から送られてくる後述のアドレスデータとに基づいて、移動物体(2)の移動量に応じた信号を出力するものである。

以下、上記変位測定装置を用いた測定方法と、前記各回路の動作について説明する。

走査ステップ

先ず、実際の変位測定の前に、移動物体(2)をその全移動範囲に亘って一定速度で移動させつつ、移動物体(2)に半導体レーザ(1)からのレーザビームを照射して、レーザ照射面(21)からの拡散反射光によって形成されるスペックルパターンをイ

メージ信号として、メモリ(6)に順次格納する走査ステップが実行される。この際、切換えスイッチ(5)はa側に切換えられる。

この過程でA/D変換器(42)は、制御回路(43)の制御により一定周期で増幅器(41)からのイメージ信号をデジタル信号に変換し、該デジタル信号を切換えスイッチ(5)を経てメモリ(6)へ供給する。

又、アドレス切換え回路(61)は、制御回路(43)の制御により前記A/D変換器(42)の動作周期に同期して、メモリ(6)のデータ格納アドレスを第1番地から第N番地まで順次切り換える。

この結果、切換えスイッチ(5)を経て一定周期でメモリ(6)へ供給されるデジタル信号は、第3図に示すメモリ(6)内の第1番地から第N番地までの格納部($M_1, M_2, \dots, M_1, \dots, M_n$)へ順次格納されることになる。

この様にメモリ(6)内に格納された複数のデジタル信号($P_1, P_2, \dots, P_1, \dots, P_n$)は、第3図の如くレーザ照射面(21)上に互いに重なって一

定ピッチ(例えば0.5mm)で形成されるN個の走査スポット領域($A_1, A_2, \dots, A_1, \dots, A_n$)の粗面状態に対応して、夫々固有のスペックルパターンを表わすことになる。

尚、上述の走査ステップは、物体(2)を静止させた状態で、光源及びイメージセンサからなる測定系を物体移動方向に沿って移動させることによっても可能である。

又、第3図に示す走査スポット領域($A_1, A_2, \dots, A_1, \dots, A_n$)を、スポット径よりも小なる所定の間隔に設定する方法として、測定対象物体と測定系との相対速度が一定の場合は、前述の如く一定周期でメモリへの書き込み動作を行なう方法が採用出来るが、例えば測定系を手動で移動させる場合の如く、前記相対速度が一定しない場合は、次の様な方法が採用可能である。この場合、第1図の如くスイッチ(5)の切換えを制御する切換え制御回路(51)を装備する。

先ず第1図の切換えスイッチ(5)をa側に切り換え、この状態で第1番目のスポット領域 A_1 に

レーザビームを照射する。これによって該領域のスペckルパターンがメモリ(6)の第1番地に格納される。

その後、切換え制御回路(51)によってスイッチ(5)がb側に切り換えられ、この状態でレーザ照射位置を徐々に移動させる。これによって、実測スペckルパターンと前記メモリ内の第1番地の走査スペckルパターンとの相関関数が繰り返し計算され、この結果得られる相関ピーク値が所定値を下回る時点、即ち両スペckルパターンの相関がとれなくなる前の時点が検出される。又、このときの相関ピーク位置からレーザ照射位置の変位量が計算される。

これと同時に切換え制御回路(51)によってスイッチ(5)がa側に切り換えられ、A/D変換器(42)から得られるイメージデータを、第3図の第2番目の走査スポット領域A₂のスペckルパターンとしてメモリ(6)の第2番地に格納すると共に、前記レーザ照射位置の変位量の計算結果を記憶する。

実測ステップ

次に移動物体(2)の移動量の実測ステップに移る。この際、切換えスイッチ(5)は第1図の如くb側に切り換えられ、相関器(7)及び演算処理回路(8)が更に動作状態に設定される。

例えば移動物体(2)がある変位量だけ移動し、第3図の如く、レーザビームが照射面(21)上のスポット領域A₁'を照射した時点で、該変位量を測定する場合、第1図の一次元イメージセンサ(3)から増幅器(41)を経てリアルタイムで得られるイメージ信号は、A/D変換器(42)にてデジタル信号に変換された後、切換えスイッチ(5)を経て相関器(7)へ送られる。

一方、アドレス切換え回路(61)の動作によって、メモリ(6)からは、第3図の如く第1番地の格納部M₁から第N番地の格納部M_Nに格納されているデジタル信号(F₁、F₂、…F_i、…F_N)が順次読み出され、相関器(7)へ一定周期で送られる。

相関器(7)は、前記切換えスイッチ(5)を経て供給されたデジタル信号Gと、前記メモリ(6)か

以後同様に、最新にメモリへ格納されたスペckルパターンを基準として、相関ピーク値の低下により、次の走査スポット領域となるべき位置が検知されると共に、該走査スポット領域と直前の走査スポット領域との間隔を記憶する動作が繰り返される。

この結果、第3図の各走査スポット領域(A₁、A₂、…A_i、…A_N)のスペckルパターンがメモリ内に設定されると共に、各走査スポット領域の間隔が記憶されることになる。

尚、上記走査ステップに於いて、相関性が維持されなくなる直前の時点を検出し、単にその時点のスペckルパターンを記憶する動作を繰り返すことによって、略一定ピッチで第3図の走査スポット領域(A₁、A₂、…A_i、…A_N)が設定されるから、走査スポット領域の変位量の算出は必ずしも必要でない。即ち、走査ステップにおける全走査長とメモリに格納されるスペckルパターンの数から、走査スポット領域の間隔(ピッチ)を近似値として算出するのである。

ら送られてくるデジタル信号との相互相関関数を順次計算し、計算結果を次々と第1図の演算処理回路(8)へ送り出す。

演算処理回路(8)は、相関器(7)から送られてきたN個の相関関数の内、最大の相関ピーク値が得られた相関関数を選択し、該相関関数の計算の対象となったメモリ(6)内のデジタル信号F_iの格納アドレスを、アドレス切換え回路(61)からのアドレスデータによって検知する。

ここで最大の相関ピーク値が得られた相関関数の計算の基礎となったスペckルパターンは、実際にレーザビームが照射されている測定スポット領域A_i'と重なり且つ最も重複面積の大きい走査スポット領域A_iについてのスペckルパターンである。従って、前記デジタル信号F_iの格納アドレスに対応する走査スポット領域の位置として、測定スポット領域A_i'の位置を前記走査スポットピッチ(0.5mm)から一定誤差範囲内で割り出すことが出来る。

尚、前述の如く走査ステップにて、各走査スポ

ット領域の間隔が測定され記憶されている場合、或は該間隔の近似値が判明している場合は、実測開始以後のスポット領域間隔を読み出して積算することによって、測定スポット領域A1'の位置を算出することが可能である。

又、演算処理回路(8)は、最大の相関ピーク値が得られた相互相関関数の分布から、第5図に示すピーク位置 δ を求め、該ピーク位置 δ に基づいて、第4図に示す走査スポット領域A1と測定スポット領域A1'との位置ずれ ΔX を算出する。

更に演算処理回路(8)は、前記走査スポット領域A1の位置として割り出された移動量の計算結果に対し、前記位置ずれ ΔX に基づく補正を施すことにより、測定スポット領域A1'の位置、即ち移動物体(2)の移動量を正確に計算し、その結果を出力する。

前記出力信号は、例えば表示器(図示省略)へ供給して、移動量をデジタル表示することが可能である。

又、上記測定装置をロボットアーム等の自動位

ット領域のピッチを可及的に小さくすることによって、測定精度を上げることが出来る。

尚、図面及び上記実施例の説明は、本発明を説明するためのものであって、特許請求の範囲に記載の発明を限定し、或は範囲を減縮する様に解すべきではない。

又、本発明の各部構成は上記実施例に限らず、特許請求の範囲に記載の技術的範囲内で種々の変形が可能であることは勿論である。

例えば、第1図の二次元イメージセンサ(3)を二次元イメージセンサに置き換えれば、物体(2)の二次元方向の変位量を測定することが可能である。

又第2図に示す様に、ドラム状の回転物体(23)の外周面(24)にレーザビームを照射すれば、該回転物体(23)の回転角度を測定することが出来、これによってロータリーエンコードを構成することも可能である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る変位測定装置の構成例を

置決め装置に应用する場合は、演算処理回路(8)によって第5図に示す位置ずれ δ が零になった時点を検知して、該検知信号を制御対象となるモータ駆動回路等へ供給すれば、高精度の位置決めが可能となる。

尚この場合、走査ステップにて、位置決めの目標となる各位置に夫々走査スポット領域を設定しておくことにより、演算処理回路(8)は、最大の相関ピーク値が所定値を上回った時点、例えば正規化された相関ピーク値が略1となった時点で、該相関ピーク値算出の基礎となったイメージ信号のメモリ(6)内の格納位置に応じた出力信号を発生すれば可く、第5図に示すピーク位置のずれに基づく移動量の算出は省略出来る。

本発明に係る変位測定方法によれば、前記走査ステップを1回実行すれば、その後は実測ステップのみを実行することにより、移動物体(2)に対して特別なスケール等を取り付けることなく、然も非接触にて、移動物体(2)の変位をリアルタイムで測定出来る。この際、第3図に示す走査スポ

示す図、第2図は変位測定装置の他の構成例を示す図、第3図は実測ステップでの装置動作を説明する図、第4図はビームスポットの位置ずれを示す図、第5図は相関器から得られる相互相関関数を示すグラフである。

- | | |
|------------|-------------|
| (1)…半導体レーザ | (3)…イメージセンサ |
| (4)…測定回路 | (6)…メモリ |
| (7)…相関器 | (8)…演算処理回路 |

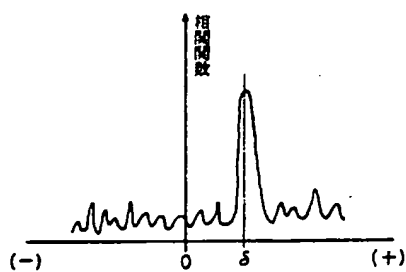
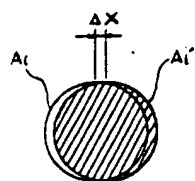
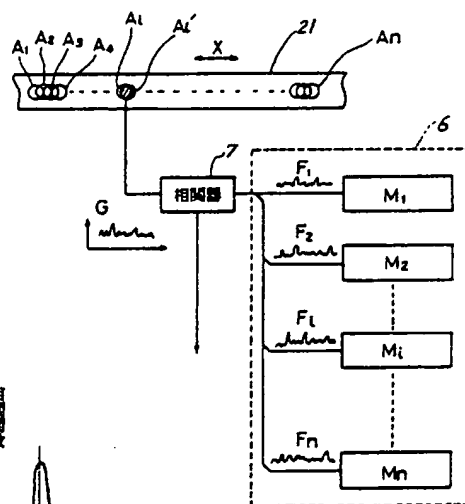
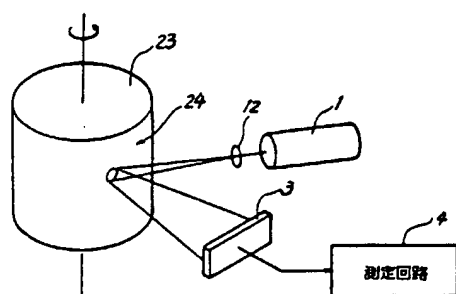
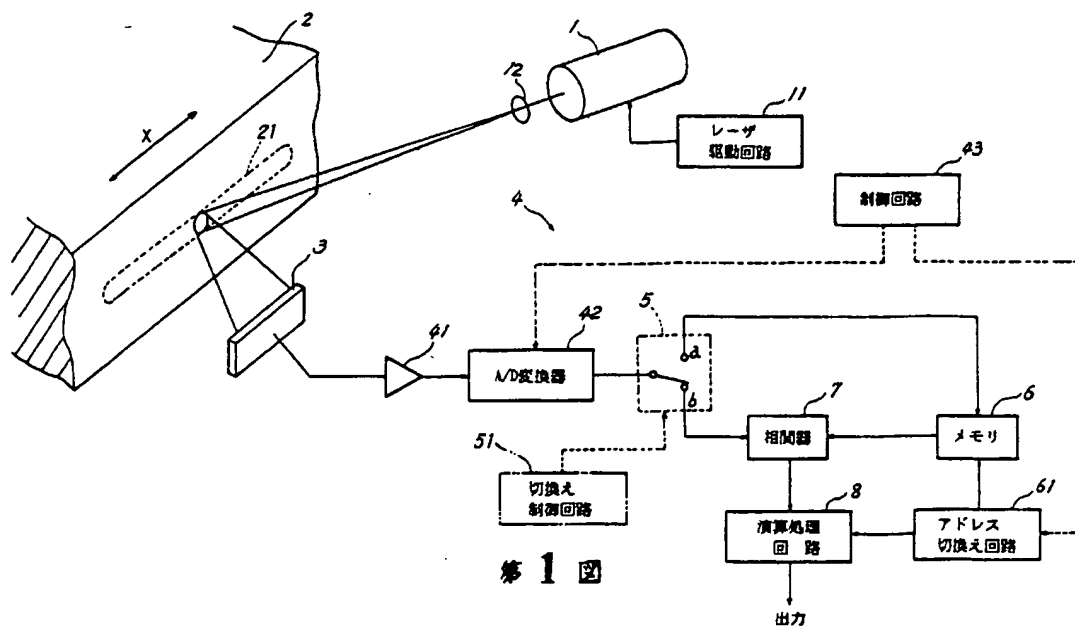
出願人 株式会社 キーエンス

代理人 弁理士 丸 山 敏 之



代理人 弁理士 丸 山 信 子





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.